



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Pat ntschrift
10 DE 197 43 271 C 1

51 Int. Cl.⁶:
H 01 L 23/58
H 01 L 23/525

21 Aktenzeichen: 197 43 271.9-33
22 Anmeldetag: 30. 9. 97
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29. 10. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

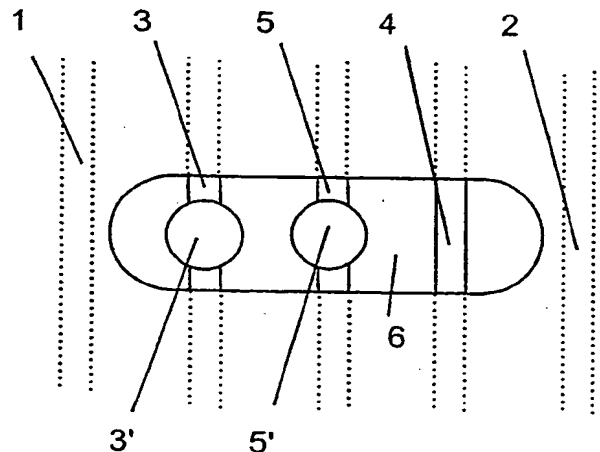
73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Klette, Rüdiger, 81541 München, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 1 95 48 984 A1

54 Lineare Anordnung metallischer Sicherungsstrecken auf Wafern, wobei durch "Schießen" der
Sicherungsstrecken Schaltkenngrößen einstellbar sind

57 Lineare Anordnungen metallischer Sicherungsstrecken, die in ihrer Bitkombination eine Kenngröße einer
Schaltung auf einem Wafer repräsentieren, müssen, um ein Schießen der Sicherungsstrecken möglich zu ma-
chen, von der sie bedeckenden Polyimidschicht befreit werden. Bei ungenügender Einhaltung der Prozeßpara-
meter und unzureichender Entfernung von Polyimid auf den metallischen Sicherungsstrecken wird der daraus re-
sultierende relative Fehler der Kenngröße der Schaltung minimiert, indem die dem Bit höchster Signifikanz ent-
sprechende Sicherungsstrecke beidseitig von anderen Si-
cherungsstrecken benachbart ist.



DE 197 43 271 C 1

DE 197 43 271 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Anordnung ist z. B. aus der DE 195 48 984 A1 bekannt.

Die Einstellung von Schaltungs-Kenngrößen, wie z. B. Wartezeiten und Oszillatorfrequenzen, erfolgt auf fertigen Wafern unter anderem durch das Schießen von Sicherungen. Metallische Sicherungsstrecken, die beim Schießen durchtrennt werden, sind dabei zunächst unter einer Passivierungsschicht aus Polyimid vergraben, die durch Belichtung und anschließendes Ätzen oberhalb der Sicherungen entfernt wird. Erst nach Entfernung der Polyimidschicht ist ein Schießen einer darunter liegenden Sicherung möglich. Unter optimalen Prozeßbedingungen erfolgt eine wünschenswerte Strukturierung der Polyimidschicht, so daß alle Sicherungsstrecken getrennt werden können. Unter ungünstigen Bedingungen kann es jedoch dazu kommen, daß die Polyimidschicht nicht im gesamten gewünschten Bereich entfernt wird. Nunnmehr weiter unter Polyimid vergrabene Sicherungsstrecken können nicht geschossen, d. h. durchtrennt, werden. Nachdem aus dem Zustand einer Sicherungsstrecke, d. h., ob sie durchtrennt ist oder nicht, der Status eines Bits hervorgeht und die Bits in ihrer Kombination die Kenngröße bilden, kann es zu Abweichungen des der Schaltung durch Schießen von Sicherungen mitgeteilten Wertes vom Sollwert, also der Kenngröße, kommen. Hierbei ist die relative Abweichung von der Kenngröße zum einen von der Anzahl betroffener Sicherungsstrecken, die fehlerhafterweise nicht durchtrennt werden konnten, und zum anderen von der Signifikanz der Bits, die diesen Sicherungsstrecken zugeordnet sind, abhängig. Unter Signifikanz eines Bits soll in diesem Zusammenhang die Zahl verstanden werden, die, falls das Bit "1" ist, im Rahmen der Bitkombination zur zu bildenden Zahl beiträgt. Dies soll Beispiel der Bildung der Zahl 21 durch Bitkombination im binären Zahlensystem verdeutlicht werden. Es gilt:

$$\text{Zahl} = \sum_{i=1}^n \text{Bit}_i \cdot 2^{i-1}$$

Die Signifikanz von Bit_i ist also 2^{i-1} .

Für die Zahl 21 bedeutet dies:

$$21 = \text{Bit}_1 \cdot 2^0 + \text{Bit}_2 \cdot 2^1 + \text{Bit}_3 \cdot 2^2 + \text{Bit}_4 \cdot 2^3 + \text{Bit}_5 \cdot 2^4$$

= $1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4$
Somit ist z. B. die Signifikanz von $\text{Bit}_5 \cdot 2^4 = 16$. Bei Bildung der Zahl 21 durch Bitkombination ist Bit_5 als Bit höchster Signifikanz und Bit_1 als das Bit geringster Signifikanz zu verstehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine lineare Anordnung metallischer Sicherungsstrecken, die in ihrer Bitkombination eine Kenngröße einer Schaltung auf einem Wafer repräsentieren, anzugeben, so daß auch bei ungenügender Einhaltung der Prozeßparameter und unzureichender Entfernung von Polyimid auf den metallischen Sicherungsstrecken der daraus resultierende relative Fehler der Kenngröße der Schaltung minimiert wird.

Diese Aufgabe wird gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß sich die dem Bit geringster Signifikanz entsprechende Sicherungsstrecke an einem Ende der linearen Anordnung befindet, die dem Bit höchster Signifikanz entsprechende Sicherungsstrecke beidseitig von anderen Sicherungsstrecken benachbart ist.

Die dem Bit höchster Signifikanz entsprechende Sicherungsstrecke befindet sich also nicht an einem Ende der linearen Anordnung metallischer Sicherungsstrecken. Wie Untersuchungen gezeigt haben, kommt es aber bei einer un-

nügenden Einhaltung der Prozeßparameter gerade an den Enden länglicher Bereiche, deren Oberflächen von Polyimidstrukturen befreit werden sollen, zu einer oft ungenügenden Entfernung des Polyimids, z. B. durch Verrundungen. Bei einer erfindungsgemäßen Anordnung der metallischen Sicherungsstrecken wird, falls die Prozeßparameter nicht korrekt eingehalten werden und es zu einer ungenügenden Polyimidentfernung kommt, zunächst die Sicherungsstrecke, welche dem Bit höchster Signifikanz entspricht hiervon nicht betroffen. Eine Beeinträchtigung der Sicherungsstrecke, die dem Bit höchster Signifikanz entspricht, wird erst bei großen Abweichungen von den vorgegebenen Prozeßparametern erfolgen. Somit können die Auswirkungen einer ungenügenden Einhaltung von Prozeßparametern auf überraschend einfache Weise minimiert werden und wo bei einer herkömmlichen Verfahrungsweise Bauteile nur mehr dem Ausschuß zugeführt werden konnten, fallen nun Bauteile an, bei denen Schaltungs-kenngrößen minimal vom Sollwert abweichen. Diese Bauteile lassen sich zum einen in vielen Fällen noch vermarkten, zum anderen kann in nachfolgenden Qualitätskontrollen aufgrund der charakteristischen Kenngrößenabweichungen auf eine unzureichende Polyimidentfernung geschlossen werden.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß sich die dem Bit höchster Signifikanz entsprechende metallische Sicherungsstrecke im wesentlichen in der Mitte der linearen Anordnung der metallischen Sicherungsstrecken befindet. Nachdem sich die metallische Sicherungsstrecke, welche dem Bit höchster Signifikanz entspricht und somit im größten Umfang zur Bildung der Kenngröße beiträgt, im wesentlichen in der Mitte der linearen Anordnung befindet, ist sie weitestmöglich von den Enden des länglichen Bereichs entfernt, der von dem auf dem Wafer aufgetragenen Polyimid befreit wird. Da in bezug auf die Fotolitografie insbesondere die Eckzonen von Strukturen, welche von Polyimid befreit werden sollen, von Abweichungen von den vorgegebenen Prozeßparametern und den daraus resultierenden geringeren Polyimidabtragungen betroffen sind, muß die Mitte eines länglichen Bereichs, als besonders sicher für die vollständige Polyimidentfernung gelten. Somit ist durch diese Anordnung eine Beeinträchtigung des Bits höchster Signifikanz der Kenngröße aufgrund von Fehlern bei der Polyimidstrukturierung besonders unwahrscheinlich.

Eine andere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß sich die dem Bit geringster Signifikanz entsprechende Sicherungsstrecke an einem Ende der linearen Anordnung befindet. Also wird bei einer ungenügenden Polyimidentfernung zunächst die Sicherungsstrecke, welche dem Bit geringster Signifikanz entspricht, oder die sich am anderen Ende der linearen Anordnung von Sicherungsstrecken befindliche Sicherungsstrecke hiervon betroffen, was im ersteren Falle die relative Abweichung vom Sollwert minimiert.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß von der metallischen Sicherungsstrecke ausgehend, die das Bit höchster Signifikanz repräsentiert, in Richtung der beiden Enden der linearen Anordnung metallischer Sicherungsstrecken die Signifikanz der den metallischen Sicherungsstrecken zugeordneten Bits absinkt. Hierdurch ist gewährleistet, daß, sollte es zu einer sich von den Eckzonen ausgehenden ungenügenden Polyimidentfernung größerem Ausmaßes kommen, hiervon die Bits der Bitkombination betroffen sind, die aufgrund ihrer geringen Signifikanz in geringerem Ausmaß zur zu bildenden Kenngröße beitragen.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in die-

ser zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild zum Einsatz einer Sicherung bei der Voreinstellung eines Zählers.

Fig. 2 eine schematische Ansicht der Oberfläche eines Wafers, bei dem das Polyimid oberhalb einer herkömmlichen Anordnung von Sicherungen fehlerfrei entfernt wurde, und bereits Sicherungen geschossen wurden.

Fig. 3 eine schematische Ansicht der Oberfläche eines Wafers, bei dem das Polyimid oberhalb einer herkömmlichen Anordnung von Sicherungen nicht fehlerfrei entfernt wurde und bereits Sicherungen geschossen wurden.

Fig. 4 eine schematische Ansicht der Oberfläche eines Wafers wie in **Fig. 3**, wobei die Sicherungen jedoch ertlungsgemäß angeordnet sind.

In den **Fig. 2-4** sind die Sicherungen mit $i = 1, 2, 3, 4, 5$ als Bezugszeichen versehen. Die zugeordnete Signifikanz ist jeweils 2^{i-1} .

In **Fig. 1** ist der schaltungstechnische Einsatz einer Sicherung anhand des Beispiels der Voreinstellung eines Zählers dargestellt. Der Zähler wird beispielsweise zur Trimmung eines Oszillators, der auf einem Speicherchip die interne Rate des Speicherzellen-Refresh bestimmt, verwendet. Im Ruhezustand befindet sich die Sicherungs-Beschaltung, die aus einer Längungsstufe T1, T2 und zwei über eine Rückkopplung verbundenen Invertern 1 und 2 besteht, im folgenden Zustand: T3, T5, T7 leiten, alle übrigen Transistoren sind gesperrt. Das Ausgangssignal, das den Zähler voreinstellt, ist auf logisch "0" gelegt. Durch Anlegen eines negativ aktiven Setzimpulses SETn wird T1 leitend. Somit wird bei nichtgeschossener Sicherung T4 geöffnet. Gleichzeitig schließt T3. Als Folge wird in der Inverterstufe 2 T6 geöffnet, T7 geschlossen und somit an VA logisch "1" erzeugt, womit der Eingang S0 des Zählers auf "1" voreingestellt werden kann. Bei unterbrochener, also geschossener Sicherung wird an VA und damit der Zählereingang so auf "0" voreingestellt, da sich das Ausgangspotential gegenüber dem Ruhezustand nicht ändert. Der Schaltungszustand der beiden Inverterstufen wird durch Rücksetzen des Signales SETn aufgrund der Rückkopplung der beiden Inverterstufen nicht beeinflusst. Durch Anlegen eines CLEARp-Impulses kann die Schaltung jederzeit in den Ruhezustand zurückversetzt werden. Über die entsprechende Verwendung mehrerer Sicherungen können somit sämtliche Längungen S0, S1, S2, S3... eines Zählers voreingestellt werden. Falls eine Sicherung nicht vollständig geschossen wurde, ergibt sich daraus eine fehlerhafte Einstellung des Zählers, die sich um so gravierender auswirkt, je höher die Signifikanz des zugeordneten Bits ist.

Fig. 2 zeigt den Bereich eines Wafers, innerhalb dessen ein länglicher Bereich 6 von dem auf der Oberfläche befindlichen Polyimidmaterial befreit wurde. Sicherungen 2', 3', 5' wurden nur in die Sicherungsstrecken 2, 3, 5 geschossen. Die Sicherungsstrecken 1 und 4 sind weiterhin ununterbrochen und somit leitend. Bereiche von Sicherungsstrecken, die unter Polyimid vergraben sind, sind gestrichelt dargestellt.

Fig. 3 zeigt die gleiche Anordnung, jedoch kam es hier in den Lücken im Bereich der Sicherungen 1 und 5 zu einer ungenügenden Polyimidentfernung, wie dies z. B. aufgrund von Fotolithografieproblemen auftreten kann. Die Sicherungsstrecken 2, 3 sind weiterhin unterbrochen. Sicherungsstrecke 5 befindet sich jedoch unterhalb der Polyimidschicht und konnte somit nicht geschossen werden, d. h. Sicherungsstrecke 5 ist weiterhin leitend. Auch Sicherungsstrecke 1 befindet sich unter der Polyimidschicht. Nachdem ein Schließen der Sicherungsstrecke 1 nicht beabsichtigt war, bleibt dies in diesem Fall ohne Auswirkung auf die Errechnung der Kenngröße der Schaltung. Diese berechnet sich

wie folgt:

$$KG = C \cdot \sum_{i=1}^n Z(i) \cdot 2^{i-1}$$

KG: Kenngröße

C: Konstante

i: Laufvariable

n: Anzahl der Sicherungen

Z(i): Zustand der Sicherung i, wobei der Zustand ohne Schießen 1 ist, nach Schießen 0 ist.

Somit errechnet sich für den in **Fig. 2** dargestellten Fall eine Kenngröße von 22C. Im in **Fig. 3** dargestellten Fall errechnet sich eine Kenngröße von 6C. Dieser eklatante Unterschied ist darauf zurückzuführen, daß die Sicherungsstrecke, die dem Bit mit der höchsten Signifikanz entspricht, also die Sicherungsstrecke 5, nicht mehr unterbrochen werden konnte.

Da der Sollwert der Kenngröße 22C beträgt, der von einer Schaltung auf dem Wafer anhand des Zustands der Sicherungen berechenbare Wert jedoch 6C beträgt, errechnet sich ein relativer Fehler von 73%.

Eine ertlungsgemäße Anordnung der Sicherungsstrecken ist in **Fig. 4** dargestellt, wobei hier die unzureichende Polyimidentfernung, wie sie in **Fig. 3** dargestellt ist, übernommen wurde. Auch hier ist eine Durchtrennung, also ein Schießen, der äußeren Sicherungsstrecken nicht möglich, da sie sich unter der Polyimidschicht befinden. Errechnet man nun die sich ergebende Kenngröße, so ergibt sich ein Wert von 20C. Der relative Fehler hat sich somit bereits bei diesem einfachen Beispiel mit nur fünf Sicherungsstrecken gegenüber einer herkömmlichen Anordnung, von 73% auf nur 9% verringert. Je größer die Kenngröße und damit auch die Anzahl der Sicherungsstrecken wird, umso vorteilhafter wird die ertlungsgemäße Anordnung gegenüber der herkömmlichen Anordnung sein, bei der die den Sicherungsstrecken zugeordnete Signifikanz vom einen Ende der Anordnung zum anderen Ende hin ansteigt.

Patentsprüche

1. Lineare Anordnung metallischer Sicherungsstrecken, die in ihrer Bitkombination eine Kenngröße einer Schaltung auf einem Wafer repräsentieren, **dadurch gekennzeichnet**, daß die dem Bit höchster Signifikanz entsprechende Sicherungsstrecke beidseitig von anderen Sicherungsstrecken benachbart ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die dem Bit höchster Signifikanz entsprechende metallische Sicherungsstrecke im wesentlichen in der Mitte der linearen Anordnung der metallischen Sicherungsstrecken befindet.
3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die dem Bit geringster Signifikanz entsprechende Sicherungsstrecke an einem Ende der linearen Anordnung befindet.
4. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von der metallischen Sicherungsstrecke, die das Bit höchster Signifikanz repräsentiert, in Richtung der beiden Enden der linearen Anordnung metallischer Sicherungsstrecken die Signifikanz der den metallischen Sicherungsstrecken zugeordneten Bits absinkt.

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

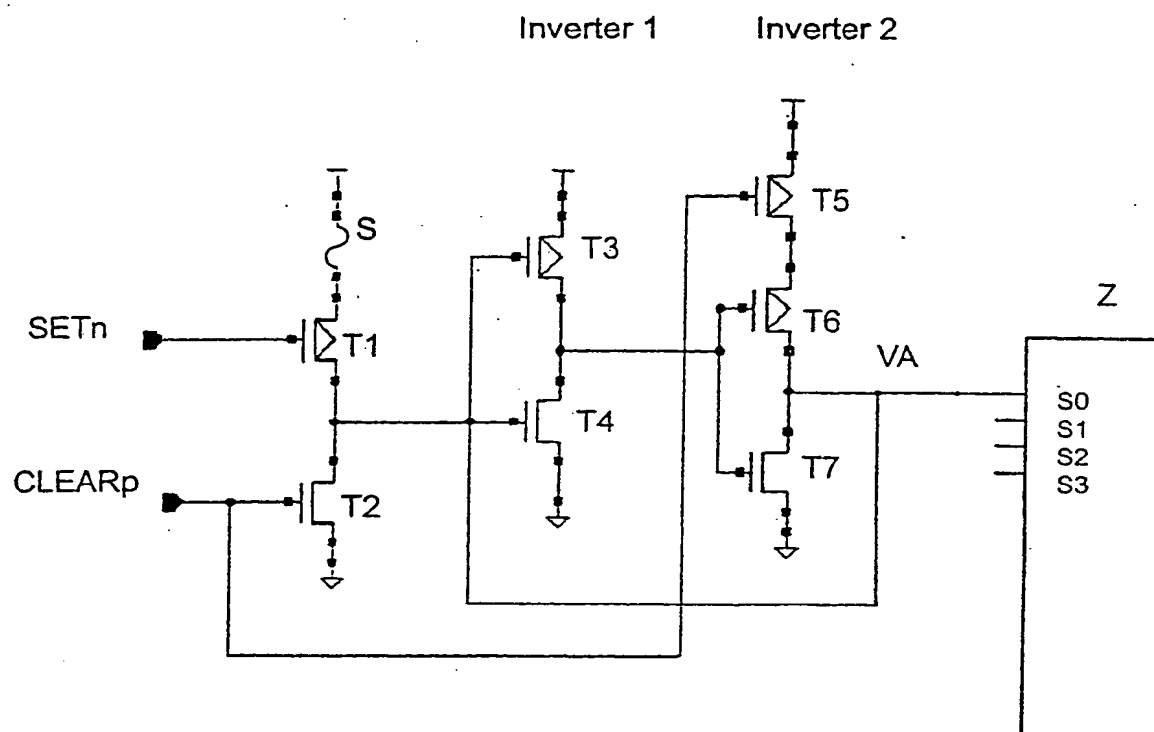


FIG. 1

FIG. 2

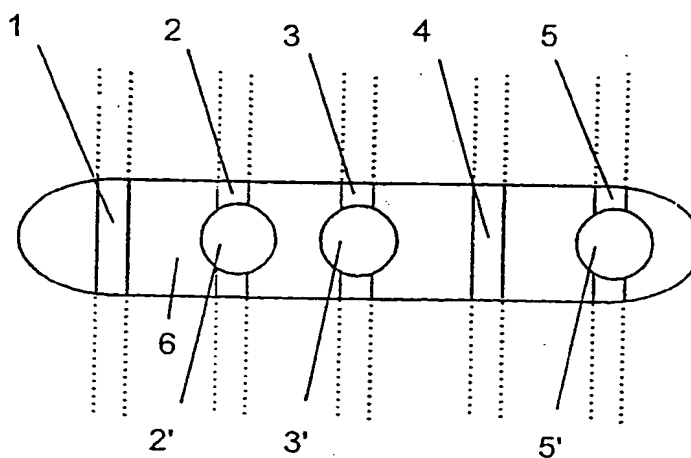


FIG. 3

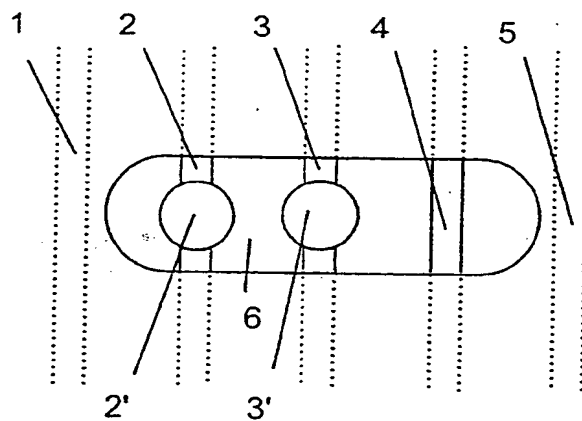


FIG. 4

